

# INSTITUTO DE FÍSICA DA USP - IFUSP

## Propostas e Projetos para o Ensino de Física

Guilherme Terzi

nº USP: 6800917

Reginaldo Alessi

Roberto Martins

nº USP:10300601

Victória Mayumi F. S.

nº USP:10350299

Yukio Kitamura Filho

nº USP: 10100101

### **Projeto Harvard e Projeto GREF**

### **Enfoque no tema de Trabalho e Energia sob a perspectiva da Mecânica**

Orientador: Cristiano Mattos

São Paulo

2019

## **Projeto Internacional - Harvard**

### **Antecedentes Socioculturais ao Projeto**

Os que precedeu o projeto Harvard foi um cenário de mudanças históricas muito importantes: Estavam em meio a Guerra Fria, na Corrida Espacial, cerca de 10 anos depois da Inglaterra ter criado e implementado o Physical Science Study Committee (PSSC) que tinha como objetivo a formação de novos cientistas.

O objetivo da renovação do Ensino de ciências era a vivência do método científico. A Visão da Ciência no currículo era a evolução histórica enfatizando o processo, e dominava como metodologia recomendada o uso do laboratório somado às discussões de pesquisa. Nos Estados Unidos onde projeto foi criado (em 1960) e aplicado, havia ainda um cenário pungente de desinteresse em física e em aspectos ligados a ciência a cada ano havia uma porcentagem menor de alunos se matriculando em cursos ligados a física. A partir deste prognóstico que surge este projeto de física.

Desde 1964 o Brasil vivia o período da Ditadura, onde até educadores nativos tiveram que ir para o exílio, como foi o caso de Paulo Freire. Dessa forma, um projeto de ensino de ciências que carregava elementos humanistas não era bem visto pelo governo brasileiro da época. Portanto a tradução em português do projeto é na verdade uma adaptação do projeto Harvard elaborada para Portugal.

Ao analisar esse projeto é necessário lembrar que os referenciais teóricos disponíveis na época eram muito diferentes do que temos atualmente, como por exemplo: os trabalhos de Piaget começaram a ganhar notoriedade na área de educação em 1970 e os trabalhos de Vygostky vêm ainda depois.

### **ASPECTOS GERAIS**



Imagem 1. Fletcher Watson, Gerald Holton e James Rutherford reunidos.

**Gerald Holton** foi um dos autores do projeto Harvard, criado em 1960. Em uma entrevista com ele, em 2006 foi declarado o seguinte:

“No início dos anos 60, a National Science Foundation solicitou minha ajuda na elaboração de um curso desse tipo para o ensino médio, o Project Physics, que seguia aquele livro-texto que eu havia escrito para o público universitário.” p.319

“O curso do Zacharias foi realmente desenhado para incrementar o surgimento de novos cientistas. Era o tempo da histeria do Sputnik, em que se pensava ser necessário ter mais cientistas que os russos.” ... “[A ideia do projeto Harvard era] tentar fazer algo mais abrangente, que alcance um público maior, por exemplo, envolvendo as estudantes, que raramente cursavam Física. Tentamos atraí-las incluindo história de mulheres que tinham se sobressaído nas ciências.” p. 320

A partir do trecho a seguir, retirado da entrevista com Gerald Holton percebemos como que o projeto desenvolvido podia manter os objetivos de aprendizagem e contemplar tanto o ensino voltado para o meio universitário quanto o ensino médio. “A ideia era ensinar não aquilo que todo estudante de Física tem que aprender, leis de Newton, átomos etc., mas algo mais abrangente, que mostrasse os vínculos históricos e técnicos, assim como as conexões com as outras ciências vizinhas.” (p.318)

Havia a intenção de o Projeto Harvard ser expandido para a escola média preparatória desde o início, mas inicialmente o projeto foi aplicado somente ao meio universitário e só depois foi usado no ensino básico.

Quanto às ênfases curriculares, Holton era um entusiasta da abordagem conectiva (como ele prefere chamar). Mas também percebe-se que a ênfase curricular humanista está presente. A respeito do sucesso da abordagem, ele comentou em sua entrevista:

“Vale a pena ressaltar que aquele programa só funcionou bem enquanto pudemos treinar professores. É enorme a importância do treinamento dos professores, especialmente para adoção da abordagem conectiva.” “[...] anos depois, o governo Nixon cancelou todo o treinamento e tornou impossível a continuação aquele tipo de projeto” p. 320 e 321

Através dos trechos destacados é possível notar que um dos propósitos era o de atrair um número maior de estudantes para a área da física. Por isso o livro dedica um bom espaço e tempo para discutir as relações entre os conteúdos da física com as demais áreas como: a biologia, a história, a sociologia. É interessante notar também que essas relações citadas são relações que levam em consideração os contextos em que as comunidades escolares estão inseridas, de forma que a tradução literal do projeto foi proibida, pois era necessário que houvesse além da tradução, uma adequação das situações abordadas ao contexto de onde serão utilizadas.

### **Abordagem do Conteúdo**

Apesar de a intenção ser uma abordagem mais conectada com outras áreas do conhecimento - e portanto usando mais palavras e menos cálculos, portanto conceitual - do total de 40 páginas a parte conceitual apresentada no capítulo é discutida brevemente - foram apenas 10 páginas. Os responsáveis por essa análise tiveram a sensação de que este conteúdo estava muito denso e bem próximo do que são os livros de física específicos hoje em dia, somente no final do capítulo é que uma abordagem diferente da trad Os conceitos trabalhados no capítulo:

1. Trabalho de uma força
2. Teorema Trabalho-energia cinética
3. Energia potencial gravitacional
4. Conservação da energia mecânica

10.1	Trabalho e energia cinética	33
10.2	Energia potencial	35
10.3	Conservação de energia mecânica	38
10.4	Forças que não realizam trabalho	41
10.5	Calor e a máquina a vapor	43
10.6	James Watt e a revolução industrial	48
10.7	As experiências de Joule	54
10.8	Energia em sistemas biológicos	56
10.9	Formulação de uma lei geral	61
10.10	Um enunciado preciso e geral da lei de conservação da energia	66
10.11	Fé na conservação da energia	68

Imagem 2. Índice do capítulo 10 energia

Há uma grande valorização na relação com outras áreas do conhecimento (Calor e a máquina a vapor; James Watt e a revolução industrial; As experiências de Joule; Formulação de uma lei geral; Conservação de energia na Terra; Enunciado preciso e geral da lei de conservação da energia; Fé na conservação da energia), de forma que isso pode ser verificado pelo espaço dedicado para cada um dos assuntos, isto é, um quarto do capítulo para a apresentação conceitual e três quartos do capítulo para essas outras discussões.

É importante notar que o propósito maior do capítulo é no contexto termodinâmico, pois como mencionado a discussão sobre energia potencial gravitacional, elástica, cinética e conservação da energia acontece de maneira breve, mas a energia como calor e a sua relação com as máquinas térmicas é bem explorada.

## **ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS**

### **Adequação ao contexto da realidade Brasileira**

Sobre adequação à realidade brasileira é preciso contemplar o contexto histórico. Poderia ser este projeto importado e adequado à realidade brasileira. Um projeto com uma visão humanista num contexto de uma realidade ditatorial não parece cabível ou de interesse das autoridades locais. Mas talvez se o projeto fosse bom aos olhos das autoridades Brasileiras na época houvesse então uma adaptação à nossa realidade. Porém ficamos apenas no campo da especulação.

O projeto Harvard nunca foi oficialmente implantado no Brasil, pois nunca houve uma versão do projeto em português brasileiro, isto é, nunca houve uma adaptação do Projeto Harvard a realidade brasileira, pois como mencionado anteriormente, a tradução

literal era proibida. “Diferentemente de outras editoras norte-americanas, proibíamos a simples tradução. Acreditávamos que, em cada país, deveria haver um grupo que o ajustasse à cultura do lugar, seus interesses e níveis de matemática. Assim, cada uma das versões era diferente.”

Quanto aos aspectos metodológicos, não se faz o incentivo ao Trabalho cooperativo e o material escrito não mostra valorização da opinião do outro (enquanto colega) e não parece ter abertura de adaptações do conteúdo de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes.

### **ASPECTOS SOBRE O LIVRO DO PROFESSOR**

Não foram observadas orientações de como o professor deveria abordar o conteúdo. Na entrevista com Gerald Holton é mencionado que o projeto só deu certo enquanto havia o treinamento de professores, entretanto se desejássemos reaplicar o projeto nos dias atuais, o livro do professor por si só não contém orientações aos professores. Dessa forma o material do professor não difere muito dos livros didáticos encontrados hoje em dia no mercado: é um material de consulta.

Quanto à contribuição para a formação e atualização do professor, é o mesmo do que se disse acima, o material do professor não traz contribuições à essa formação. Então a medida que o treinamento de professores foi encerrado na época de Nixon, esse conteúdo se perdeu junto aos idealizadores originais do projeto.

No sumário e no corpo do texto da versão portuguesa foi possível notar diferenças importantes na tradução dos tópicos e até a inserção de um quadro adicional que ficava na borda da página no corpo do texto em relação à versão em inglês do material. Acredita-se que esse seja o motivo por trás dos desconfortos sentidos pelo grupo mediante a análise do material. Com estes ‘desconfortos’ queremos dizer rupturas na linha de raciocínio do texto e analogias que pareciam desconexas com o restante do corpo do texto. Entretanto ao terminar a análise notou-se que se tratava de um possível erro na diagramação da versão portuguesa do projeto, não sendo um problema do projeto em si para incluirmos na análise.

Acredita-se que a linguagem usada no texto, o tamanho dos parágrafos e a profundidade do conteúdo neles apresentados tornaram o capítulo muito denso, exigindo talvez uma dose extra de boa vontade do estudante para continuar lendo até chegar na parte mais conectiva e humanista do material. Levando em conta o que Holton explicou em sua entrevista, parece que o material ficou um pouco aquém do desejado pelos idealizadores.

Outro fator digno de de destacar é que ao tentar abordar os conteúdos de maneira conectiva, estabelecendo conexões com outras áreas do conhecimento os termos técnicos foram aparecendo e não havia explicação dos mesmos. Dessa forma, foi colocado um tipo de requisito para ler e compreender esse texto: entender termos técnicos de outras áreas como química e biologia, mesmo no começo do capítulo.

### **ASPECTOS GRÁFICO-EDITORIAIS.**

Utilizou recursos gráficos para mostrar hierarquização da estrutura tornando a diagramação do texto bem confortável. As imagens ficando nas margens permitiam uma boa unidade visual, sem quebras de texto que provocam confusão nem nada do tipo. As ilustrações pareciam bem adequadas para as situações, não meramente ilustrativas, mas que realmente auxiliavam na compreensão.

#### **Quais adequações seriam necessárias ao projeto nos dias atuais?**

Aparentemente os temas foram tratados com muita pressa no início do capítulo e as outras abordagens do conteúdo (de maneira menos específica, voltada para os não-físicos) é deixada para o final do capítulo, de modo que um leigo poderia desistir da leitura antes de chegar ao fim.

(Talvez seja interessante mencionar o exemplo das cordas vibrantes no meio da parte sobre a conservação de energia potencial)

## **Grupo de Reformulação do Ensino de Física - GREF**

Quando o projeto foi elaborado, não se pretendia direcionar apenas ao público alvo de estudantes da região sudeste e sul do Brasil, mas em entrevista com uma professora que foi estagiária durante um ano com o projeto consideramos algumas questões que nos fizeram perceber que os exemplos e analogias utilizados ao elaborar o material não iriam se adaptar a outros contextos, escolhendo assim indiretamente como público alvo os estudantes de regiões do país onde circuitos e chuveiros elétricos são de fácil acesso.

### **Antecedentes Socioculturais ao Projeto**

A criação do GREF acontece em 1984, cerca de seis anos antes de os trabalhos de Vigotsky começarem a ganhar notoriedade na área do Ensino. O cenário Mundial e Brasileiro são completamente diferentes do qual o projeto Harvard se deparou quando foi lançado. Em escala Mundial havia a competição tecnológica e no Brasil era momento de Transição Política, desejava-se formar cidadãos-trabalhadores

A renovação do ensino de ciências pretendia recentralizar o Professor no processo de Ensino-Aprendizagem, pois o estudante tinha uma autonomia tão grande que o Professor era quase um item acessório. Além disso, a renovação visava agora o pensamento lógico e crítico. Desejava-se analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, e o Cognitivismo tinha cada vez mais preponderância, deixando o Comportamentalismo para trás.

Foram identificados três objetivos de aprendizagem: (1) Apresentar a relevância prática e a universalidade da ciência; (2) Tornar o aprendizado significativo mesmo para quem não for seguir futuro na carreira científica; (3) Compreensão conceitual e formal consistente. Como ênfase curriculares, destacamos as duas frases a seguir que permitem situar o projeto em mais de uma ênfase curricular: “Integração o caráter prático-transformador e teórico-universalista da ciência;” e “A física é um instrumento de compreensão do mundo.” que foram retiradas da parte da apresentação geral da proposta, no livro do professor.

### **ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS**

Como é possível ver no recorte a seguir, os conhecimentos prévios dos estudantes são valorizados de antemão para determinar que profundidade deve ter a linguagem científica usada dentro de sala de aula. Conforme o aprendizado progride, a “área comum

[entre professor e estudante] de compreensão e domínio” aumenta e o professor poderá usar termos mais específicos para comunicar ideias e conceitos.

Uma maneira de evitar esta distorção pedagógica é começar cada assunto da Física pelo desenvolvimento de uma temática e de uma linguagem, comuns ao professor e a seu aluno, contidas no universo de vivência de ambos, e que só o transcenda à medida que se amplie a área comum de compreensão e domínio.

Dá-se início à construção deste saber, em comum, abrindo cada tópico com um levantamento de “coisas” que aluno e professor associem respectivamente com “mecânica” ou “física térmica” ou “óptica” ou “eletromagnetismo”. A geladeira elétrica poderá ser uma “coisa térmica”, a tela de TV uma “coisa óptica”, o toca-discos uma “coisa mecânica” e a ignição do automóvel uma “coisa elétrica”.

Imagem 3..Recorte de texto da apresentação geral da proposta (página 16)

Observa-se que desde a apresentação da proposta do material parece haver uma preocupação com o distanciamento entre professor e aluno (dado às diferentes realidades, por diferentes motivos) e se propõe soluções na comunicação para promover uma reaproximação. Como se vê nas imagens a seguir, apresenta ao professor que já exerce a profissão que as experiências culturais dos alunos são como o ponto de partida para a aprendizagem. Para identificar essa “área comum de compreensão e domínio” o texto traz uma exemplificação do que seria feito em sala de aula. Uma coleta de dados qualitativa, organização das respostas em uma lista e dialogar com os estudantes a partir disto.

**Tabela 1**

Mola	Trem	Macaco hidráulico
Bicicleta	Pião	Saca-rolha
Balança	Carrossel	Aceleração
Automóvel	Elevador	Velocidade
Martelo	Balão	Força
Bola	Torno	Motor
Guindaste	Grifo	Prédio
Pára-quedas	Engrenagem	Oficina
Alicate	Engenharia	Movimento da Terra
Dinamômetro	Relógio	Macaco de autos
Pé-de-cabra	Toca-discos	Roda
Chave de fenda	Canhão	Foguete
Ponte	Helicóptero	Pipa/Papagaio
Navio	Energia	Abridor de garrafa
Cunha	Máquinas	Chave de roda
Motocicleta		

Imagem 4. Tabela exemplificando as respostas coletadas no diagnóstico de conhecimentos prévios do que se relaciona com o termo “Mecânica” (página 20)

**Tabela 2**

a – (Translação)	b – (Rotação)	c – (Equilíbrio)
Automóvel	Relógio	Prédio
(demais veículos)	Rodas	Ponte
Movimento da Terra	Toca-discos	Dinamômetros
Foguete	Movimento da Terra	Macaco de autos
Canhão (bala)		Guindaste
Balão		Balança

d – (Ampliação de Forças)	e – (Outros)
Macaco de autos	Velocidade
Guindaste	Aceleração
Chaves em geral	Força
Pé-de-cabra	Energia
Saca-rolhas	Oficina
Cunha	Engrenagem
Macaco hidráulico	Engenharia

Imagem 5 Tabela exemplificando as respostas rearranjadas segundo o tipo de assunto, afim de esclarecer ao estudante em qual etapa do curso cada elemento será estudado. (página 21).

As demais orientações de como abordar o conteúdo seguem na imagem recortada do texto original:

A partir da Tabela 2, tomando como ponto de partida os elementos já agrupados, relacionamo-los ao conteúdo formal que se pretende discutir, o que pode ser entendido como um plano de curso.

Propomos uma seqüência de desenvolvimento que procura acompanhar a classificação da Tabela 2. Os grupos a e b (movimento de translação e rotação) formam a Parte 1, c (equilíbrio) a Parte 2 e d (amplificadores de força) a Parte 3. Quanto ao grupo e (outros), seus elementos estarão eventualmente distribuídos em mais de um item, não havendo razão para tratá-los em separado. A Parte 4 faz a elaboração matemático-descritiva dos movimentos tratados na Parte 1. Geralmente este é o ponto de partida da maioria dos cursos de Mecânica.

Achamos, no entanto, conveniente tratá-la posteriormente uma vez que envolve uma abstração de outro tipo. Assim a formalização da notação vetorial e sua utilização nos conceitos de posição, deslocamento, velocidade, aceleração – a Cinemática enfim – são objeto de estudo desta última parte. Além disso, recuperamos algumas discussões efetuadas ao longo das partes anteriores identificando todas as operações envolvendo vetores.

Imagem 5 Orientações aos professores de como abordar o conteúdo usando como exemplo a parte da mecânica.. (página 21).

Mas olhando o material para o professor de modo geral, desde a Apresentação geral da proposta à apresentação de cada tema, há instruções bem detalhadas das sugestões de como começar a abordar um assunto. São claros e precisos os manejos pretendidos do material, talvez pudesse ser mais, entretanto levando em conta que desejava-se dar mais liberdade de atuação aos professores (veja antecedentes socioculturais do projeto), isso é considerado como um ponto positivo, pois ajuda na formação ou aprimoramento do professor sem deixá-lo sem liberdade.

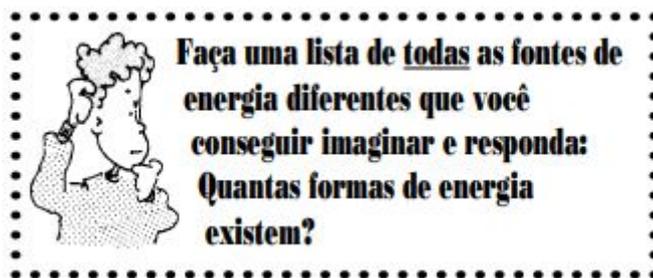
O projeto foi muito inovador para época ao propor o diálogo do professor com os estudantes e trazer discussões sobre, por exemplo, “O que é mecânica?”, mas esses conceitos não podem ser analisados desconectados dos referenciais teóricos sobre discussão conceitual em sala de aula disponíveis na época. Dessa forma, não são propostos debates e nem seminários como meios avaliativos. Um ponto negativo, porém é a ausência de como avaliar o desempenho dos estudantes nas atividades ou avaliar a aprendizagem.

As seções de cada assunto acabam sem dar nenhuma proposta ao professor de discussão, nem sobre como avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre esses tópicos. E percebe-se uma estranha quebra de página (duas páginas em branco), ou seja, não se tratava de preocupação com o espaço. Os tópicos são tratados com muita simplicidade neste aspecto avaliativo: não sugere instrumentos de avaliação e nem de diversificação da mesma.

Quanto à linguagem usada, há uma atividade, supostamente complementar denominada “Ferramentas e Utensílios”, que elenca 8 procedimentos que podem ser feitos para facilitar a compreensão dos conceitos de torque, porém nem todos eles estão escritos de maneira compreensível. À maneira que está o professor talvez precisasse explicar o que as frases propõe que se faça, caso ele desejasse ler para a turma ou apresentar no quadro negro exatamente do jeito que a atividade trás.

### **Estímulo ao uso de habilidades de comunicação oral e científica**

Neste aspecto, o GREF merece um destaque importante. Como aponta o próprio Luiz Carlos de Menezes, um dos coordenadores do grupo, o GREF foi o primeiro grupo a levar em conta uma prática de ensino dialógica para uma ciência específica. Essa situação pode ser observada em diferentes momentos da apostila, que permite espaços para que os alunos se manifestem e dá ao professor o papel de interlocutor antes de explicador. Como, por exemplo, na página 82, encontramos o seguinte quadro:



Esse quadro é apresentado antes que o professor defina energia, quais seus tipos ou como é observada. Dessa forma, pressupõe-se que logo após esta atividade, o professor crie um espaço para que os alunos comentem suas respostas e a partir desta discussão o professor encaminhe o conteúdo. Este tipo de postura é bastante atual e presente nas apostilas de Física, pois ajuda a compreender se o aluno possui alguma forma de conhecimento prévio e dá espaço para que o aluno exponha suas ideias e, caso estejam erradas, sintam-se em um ambiente mais amigável no qual teve voz para ouvir e compreender o que é o correto.

#### **Adequação ao contexto da realidade Brasileira**

Um pouco sobre a adequação à realidade Brasileira foi mencionado no começo da análise, relacionando ao público alvo, mas agora serão dados mais detalhes. A verdade é que o Brasil é um país com dimensões continentais e conseqüentemente abriga diferentes realidades. O GREF desenvolveu esse projeto para a realidade Brasileira, entretanto é a realidade que só se aplica à algumas regiões do país. Entretanto isso não é (totalmente) culpa do projeto em si, veja dois argumentos: a realidade educacional brasileira na época era de escolas totalmente desestruturadas em algumas regiões do país, onde a metodologia usada em sala de aula fosse talvez o menor dos problemas; por outro lado suponha que os demais problemas não-metodológicos tivessem sido resolvidos enquanto o projeto ainda estava em ação, as analogias, os exemplos e experimentos trazidos - tanto no material do aluno quanto do professor - não se adequavam a realidade social de cidades brasileiras inteiras. Um exemplo disto foi percebido durante a apresentação do seminário, quando o Profº Cristiano destacou "será que todos realmente sabiam naquela época o que era um liquidificador ou um microondas? Era um objeto presente na realidade de que tipo de pessoas?".

#### **ASPECTOS TEXTUAIS**

**Observação:** A análise do material foi feita baseada principalmente nos capítulos sobre o tema estudado, isto é, trabalho e energia, entre os capítulos 21 e 26.

O texto sobre trabalho e energia do GREF é, de maneira geral, um bom texto. A leitura é tranquila, as ideias são apresentadas de maneira coerente e progressiva, sem pular conceitos ou atropelar ideias e definições. Vale ressaltar, entretanto, que algumas definições poderiam ser mais explícitas e mais claras, já que em algumas ocasiões ela está “perdida” entre questionamentos e exemplos, não ficando exatamente claro qual é o conceito final apresentado. Além disso, o texto não possui um padrão para o tamanho dos parágrafos, alguns são curtos, 3 ou 4 linhas, alguns são mais longos, 8 linhas ou mais, o que não é exatamente um problema em termos de texto, porém é um problema visual, visto que a diagramação do material deixa a desejar. Um ponto que é positivo é o fato de que a linguagem é acessível, isto é, o texto não apresenta termos técnicos de maneira excessivamente e, na maioria dos casos, apresenta as definições no próprio texto ao usar termos mais complexos ou apresenta glossário para explicá-los, como observamos na página 92.

Apesar destes pontos positivos, vale destacar dois problemas que causam um incômodo grande na leitura do texto e que são causados pelo mesmo fator. Na tentativa de apresentar o conteúdo com abordagem lúdica, a formatação do texto em geral ficou demasiadamente infantilizada. O material para os alunos parece ser pensado para estudantes no Ensino fundamental 1, não o Ensino Médio.

Há exemplos externos ao conteúdo, como por exemplo o “Casal Neura” na página 100, mas têm mais chances de dispersar a atenção do estudante do que de agregar algum valor ao aprendizado. Nisto não está se fazendo um recorte cultural para o tempo presente, apenas destacando que ilustrar um exercício, como é feito no caso, não ajuda a compreensão, trás apenas detalhes desnecessários.

Como consequência do abuso de recursos lúdicos o texto apresenta certo distanciamento do aluno, tanto devido à infantilização do material já citada, mas também pela ausência de exemplo cotidianos para os alunos. Por exemplo, ao entrar na discussão sobre máquinas simples, ao invés de utilizar um exemplo como uma porta ou até mesmo uma gangorra, mostrando uma aplicação comum ao aluno, a primeira imagem referente ao sistema de alavanca é uma tábua apoiada sobre uma pedra e um homem utilizando o sistema para tentar levantar um elefante. O mesmo acontece quando o material apresenta o sistema de roldanas, onde, ao invés de uma situação comum do cotidiano, alguém está tentando levantar um elefante com corda e roldanas. Vale destacar que ambas situações não se restringem à imagens, mas de fato são descritas no texto, com um certo tom irônico. Dessa forma, a infantilização trouxe um segundo impacto negativo ao tomar espaços que

poderiam ser substituídos com situações plausíveis, demonstrando a aplicabilidade dos conceitos presentes na apostila.

## ASPECTOS GRÁFICO-EDITORIAIS.

**Observação:** A análise do material foi feita baseada principalmente nos capítulos sobre o tema estudado, isto é, trabalho e energia, entre os capítulos 21 e 26.

*Utiliza recursos gráficos para mostrar hierarquização da estrutura (títulos, subtítulos e outros).*

Não há nenhuma padronização quanto a como os recursos gráficos são utilizados para organizar o conteúdo de maneira hierárquica. Em alguns locais, parece que a estruturação ficou incompleta. Como é possível observar na imagem a seguir, parece que o espaçamento entre o texto e o subtítulo foi dado pensando em inserir uma figura ou alguma outra coisa e foi por fim esquecido. O problema resultante é o pouco espaço para as frases que se pretendia destacar, como a frase “Energia cinética perdida = Trabalho de Atrito” que foi colocada em negrito, mas falhou em se destacar no texto.

Uma colisão a 36 km/h corresponde a uma queda de 5 metros de altura	Pode-se saber a velocidade de um carro antes de bater pelas marcas no asfalto?	Pelo amassado do carro podemos saber sua velocidade ao bater?
<p>Imagine um carro caindo da janela de um edifício, de frente para o chão. Desprezando a resistência do ar, ele estaria sempre aumentando sua velocidade até atingir o solo. Quanto maior a altura, maior a velocidade ao chegar no chão. Durante a queda sua energia potencial irá, pouco a pouco se transformando em energia cinética.</p> <p>Podemos montar uma tabela, relacionando altura de queda e velocidade ao se chegar ao solo, igualando a energia do corpo antes da queda (que era somente energia potencial gravitacional) à energia no fim da queda (somente energia cinética), da seguinte forma:</p> $\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$ <p>Fazendo algumas peripécias você pode concluir que a fórmula para a altura é:</p> $h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$ <p><b>CONSULTE O LÍMIA SOBRE EXPRESSÕES ALGÉBRICAS</b></p> <p>Para uma velocidade de 36 km/h, que corresponde a 10 m/s, e <math>g = 10 \text{ N/kg}</math> podemos fazer esse cálculo e chegar ao valor de 5 metros.</p>	<p>É possível ter uma boa idéia, com este método. Imagine que um carro deixe uma marca de 15 metros de comprimento no asfalto e que na hora da colisão ele estava a 10 m/s. Será que ele corria muito antes de brecar? Consideremos que o coeficiente de atrito do pneu do carro com o asfalto seja igual a 1 (vide a leitura 16). Neste caso, a força de atrito terá valor igual ao da força normal, e se a pista for horizontal, será também igual ao peso do carro. O trabalho realizado pelo atrito é a retirada de energia cinética do carro, ou seja:</p> <p><b>Energia cinética perdida = Trabalho do atrito</b></p> <p>De acordo com o que discutimos isso irá nos dar a seguinte formulinha:</p> $\frac{m \cdot v_{\text{depois}}^2}{2} - \frac{m \cdot v_{\text{antes}}^2}{2} = - m \cdot g \cdot d$ <p>Com a ajuda de um experiente matemático você pode chegar a uma forma mais simples:</p> $v_{\text{antes}}^2 = v_{\text{depois}}^2 + 2 \cdot g \cdot d$ <p>Se você conseguir a façanha de realizar os cálculos, verá que o carro possuía 20 m/s de velocidade antes de frear.</p>	<p>Quando o carro bate em um muro, por exemplo, a força de contato com o muro é muito grande, e pode ser considerada aproximadamente como sendo a resultante. Ela realiza o trabalho de amassar o carro de uma quantidade <math>x</math>, retirando-lhe toda sua energia cinética. Então podemos igualar:</p> $\frac{m \cdot v^2}{2} = F \cdot x$ <p>Como a força é a resultante, ela vale <math>m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}</math>.</p> <p>Com essas duas fórmulas e o fato de que a velocidade final é zero após a batida, podemos ter fazer a seguinte conta:</p> $\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot \frac{v}{\Delta t} \cdot x$ <p>Simplificando tudo, teremos um fórmula pequenininha para achar essa velocidade:</p> $v = \frac{2 \cdot x}{\Delta t}$ <p>Uma colisão durando 0,1s e amassando meio metro indica uma velocidade de 10 m/s.</p>

Além disso, algumas páginas são divididas em 2 ou 3 colunas, enquanto outras não tem nenhum tipo de divisão. Alguns títulos e subtítulos são colocados no meio das páginas, ficando um pouco confusa a leitura. Vale destacar que, apesar da maioria das fórmulas

mostradas terem um grande destaque, facilitando com que o aluno encontre a fórmula conforme utiliza a apostila, algumas delas parecem estar rasuradas, dificultando a leitura, como na imagem à seguir:

Essa energia acumulada se chama Energia Potencial Elástica, e pode ser calculada por uma fórmula simples:

$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Nessa fórmula, a letra x representa o valor da deformação e a letra k a constante elástica do material (vide leitura 14). A energia elástica é chamada "potencial" porque pode ser armazenada, a exemplo da energia gravitacional. Da mesma forma, a energia química dos combustíveis e alimentos é uma forma de energia potencial, uma vez que fica armazenada nos alimentos. Quando você lê na embalagem de um alimento a indicação de suas calorias, está examinando sua energia potencial química, dada na unidade "Caloria Alimentar" (Cal, com "c" maiúsculo - vide leitura anterior).

## **Unidade Visual**

### *Distribuição dos textos e ilustrações de modo a constituir uma unidade visual*

O material do aluno apresenta uma certa unidade visual, porém isso não é necessariamente positivo. O texto conta com diferentes imagens, todas desenhadas de maneira simplista e tosca, causando dificuldade para compreendê-las e deixando-as muitas vezes sem sentido. Além disso, o texto é dividido em parágrafos relativamente longos e têm em comum uma distribuição questionável devido à fonte e ao espaçamento entre linhas. Dessa forma, até conseguimos identificar semelhanças que culminam em uma unidade visual, entretanto esta unidade está carregada de problemas.

*Apresenta adequação do projeto gráfico ao conteúdo, com uma função não meramente ilustrativa.*

Nesse aspecto, o GREF se mostra bastante infeliz. O projeto gráfico é recheado de imagens e ilustrações ausentes de sentido além de mera ilustração. Podemos observar isto, por exemplo, na página 84:

**na cozinha da sua casa**

Faça um esquema mostrando as possíveis transformações de energia nos equipamentos de uma cozinha que sugerimos a seguir.



**FOGÃO**

Leve em conta as transformações de energia desde o gás até os movimentos que ocasionalmente ocorrem na água durante um cozimento.



**LIQUIDIFICADOR**

A energia certamente provém da rede elétrica, e sofre transformações durante o funcionamento do liquidificador. O som também é uma forma de energia cinética, porque se dá através do deslocamento do ar.



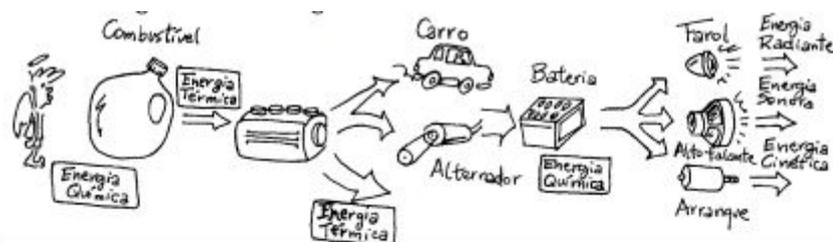
**MICROONDAS**

Antes de produzir o calor, o forno de microondas emite energia na forma da energia "radiante" das microondas. Essa energia é também uma forma de energia elétrica.

Nesta página a apostila está discutindo transformações de energia e, neste quadro em específico, solicita que o aluno descreva os passos das transformações que ocorrem nos aparelhos indicados. Entretanto a imagem dos aparelhos não auxiliam os alunos em nada nessa tarefa, a menos que os alunos não soubessem o que era um fogão, um liquidificador ou um microondas. Além disso, todas as imagens são acompanhadas por um personagem de anjo, infantilizando a ilustração e que não possui significado algum, a não ser distrair o aluno com uma figura desnecessária. Seria mais interessante, por exemplo, uma ilustração que permitissem o aluno visualizar alguma parte do processo de transformação de energia, talvez até um pequeno organograma para que o aluno completasse ao invés das imagens apresentadas.

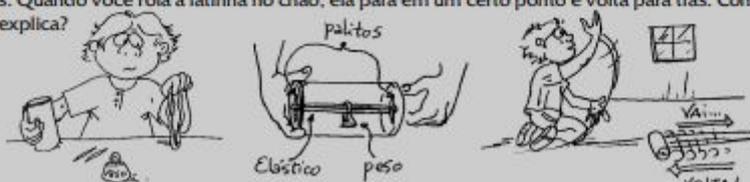
Outro fator importante neste aspecto é o fato de que, nas vezes que as imagens possuem funções além da ilustração, as imagens são bagunçadas e podem causar uma certa confusão no aluno. Por exemplo, ainda na página 84, encontramos duas

situações:



## Elásticos também armazenam energia

Quando você usa um estilingue está armazenando a energia no elástico, que será liberada repentinamente durante o disparo, na forma de energia cinética. O elástico esticado possui aquilo que chamamos de energia potencial elástica. O mesmo ocorre ao se dar corda em um brinquedo, acionar a fricção de um carrinho ou armar um arco antes de disparar uma flecha. Tente fazer o brinquedo "latinha vai e volta", usando uma latinha, um elástico, peso e dois palitos. Quando você rola a latinha no chão, ela pára em um certo ponto e volta para trás. Como você explica?



Neste caso, possuímos duas imagens com bastante potencial, porém a primeira está mal distribuída e a segunda mal utilizada. No primeiro caso, este organograma pode ajudar muito ao aluno fixar as noções de transformações de energia, porém, devido ao excesso de conteúdo em uma mesma página, ele fica relativamente espremido e com pouco destaque, tornando-se de difícil visualização e compreensão para o aluno. Além disso, podemos ver, logo no começo, o personagem anjo presente mais uma vez e este não possui nem função ilustrativa sobre o tema. Já, no quadro "Elásticos também armazenam energia", a apostila faz uma proposta bastante interessante de um experimento, porém nem no texto nem na imagem é fornecida informação clara para a construção do experimento. Assim, essa imagem poderia ser um pouco mais detalhada, para facilitar a visualização dos alunos.

*Utiliza formato e tamanho de letra, bem como de espaço entre as letras, palavras e linhas, atendendo a critérios de legibilidade.*

Este aspecto é bastante problemático no GREF. A maioria dos textos são redigidos em uma fonte pequena com pouco espaçamento entre as linhas, dificultando a leitura. Outro agravante desta situação é o fato de que muitas páginas são divididas em muitas colunas, além da presença de imagens, quadros, tabelas, entre outros, causando maior dificuldade ainda para ler, visto que é bastante fácil para pular uma linha ou se distrair devido à outros elementos textuais.

*Adequação das ilustrações à finalidade para a qual foram elaboradas, mostrando-se claras, precisas, coerentes com o texto, e necessárias para a aprendizagem do aluno.*

Algumas ilustrações são relativamente inadequadas, visto que são utilizadas exclusivamente para ilustrar o conteúdo de maneira cômica. São vários os exemplos dessa situação, por diferentes motivos. No exemplo abaixo, notamos que se deseja ilustrar o uso do arco e flecha e do estilingue. Porém, chama muito mais atenção o elemento cômico de um índio (que usa óculos!) estar espetando outro com a flecha. Ao se perguntar a função desta ilustração, que outra função encontramos além de divertir? É portanto para ilustrar e divertir, incoerente com o texto e desnecessária para o aprendizado.

## ●●●●● Cordas & Elásticos ●●●●●

Uma das primeiras formas usadas para se armazenar energia foram as cordas e os elásticos. Em um sistema de arco e flecha, por exemplo, o arco serve para armazenar a energia e transmiti-la à flecha rapidamente no momento do disparo. O mesmo vale para estilingues e coisas do gênero.



Brinquedos de corda, caixinhas de música e coisas do gênero também armazenam energia de forma semelhante. O segredo é o que chamamos de elasticidade dos materiais. Quando você estica ou comprime algo, tem que consumir energia para realizar este trabalho. Essa energia que você 'consumiu' fica armazenada no

material, desde que ele seja elástico, ou seja, retorne à sua forma original após cessada sua ação.

Essa energia acumulada se chama Energia Potencial Elástica, e pode ser calculada por uma fórmula simples:

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

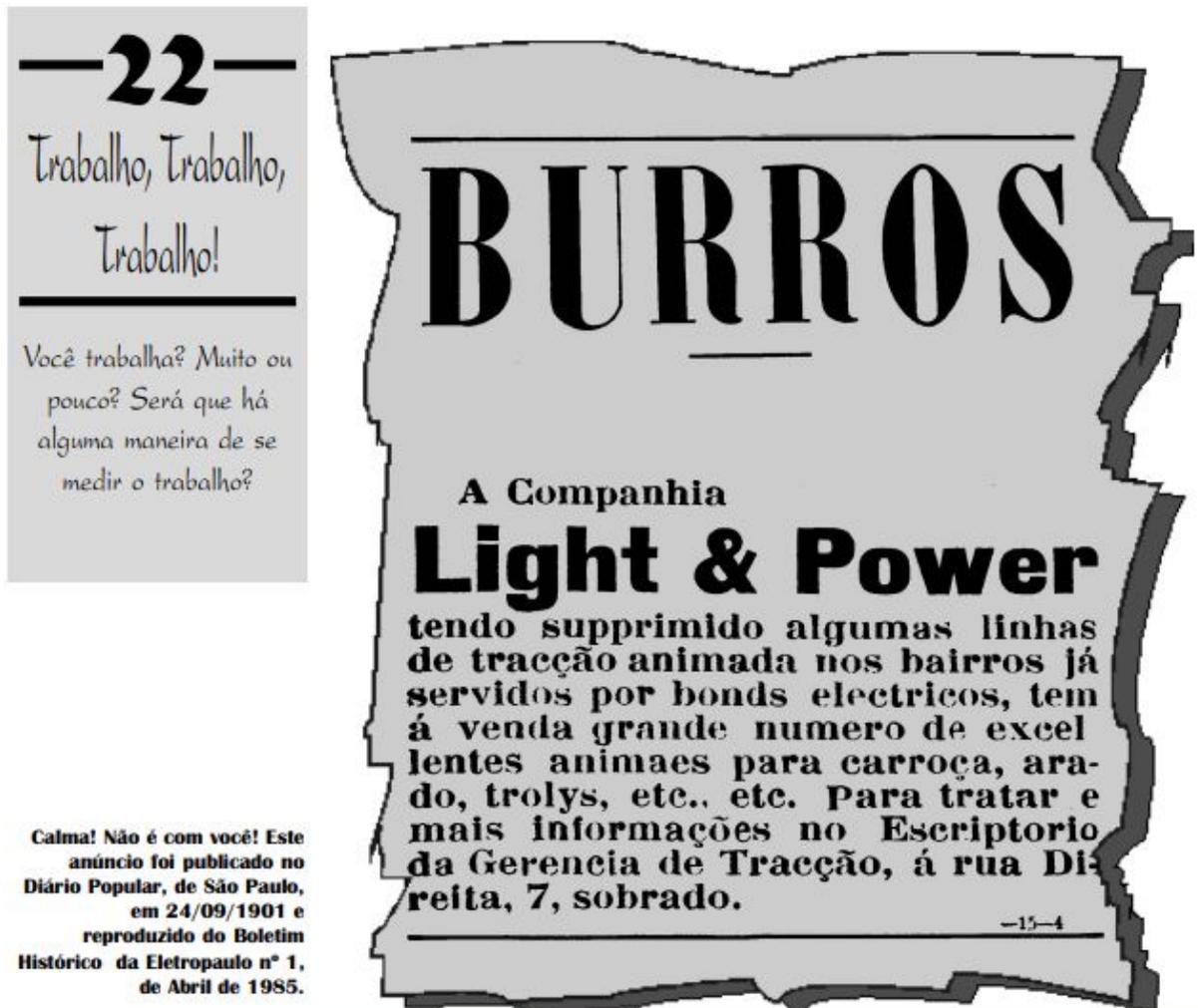
Nessa fórmula, a letra x representa o valor da deformação e a letra k a constante elástica do material (vide leitura 14). A energia elástica é chamada 'potencial' porque pode ser armazenada, a exemplo da energia gravitacional. Da mesma forma, a energia química dos combustíveis e alimentos é uma forma de energia potencial, uma vez que fica armazenada nos alimentos. Quando você lê na embalagem de um alimento a indicação de suas calorias, está examinando sua energia potencial química, dada na unidade 'Caloria Alimentar' (Cal, com 'c' maiúsculo - vide leitura anterior).

*Apresenta créditos, legendas, fontes e datas nas ilustrações, nas tabelas e nos gráficos, quando pertinente?*

Grande parte das ilustrações parecem ter sido desenvolvidas pelos próprios autores, assim não há a necessidade da presença de créditos e são contempladas com legendas adequadas para explicar esquemas, conceitos e processos. Algumas imagens poderiam ter legendas mais detalhadas, porém este aspecto é satisfatório.

*Apresenta referências bibliográficas, indicação de leituras complementares e glossário no livro do aluno de maneira adequada?*

Vale destacar que conteúdos externos ora recebem suas respectivas referências, ora não. Por exemplo, na página 85, encontramos uma notícia com a fonte da onde foi tirada, porém exibida em um formato estranho, como se tivesse sido rasgada do jornal:



**—22—**  
Trabalho, Trabalho,  
Trabalho!

Você trabalha? Muito ou pouco? Será que há alguma maneira de se medir o trabalho?

**BURROS**

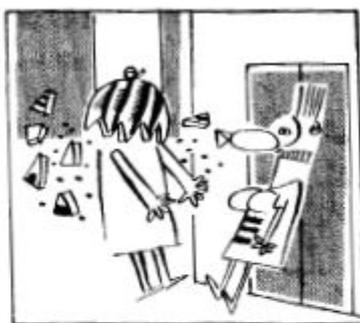
**A Companhia  
Light & Power**  
tendo suprimido algumas linhas de tracção animada nos bairros já servidos por bonds electricos, tem á venda grande numero de excelentes animaes para carroça, arado, trollys, etc., etc. Para tratar e mais informações no Escriptorio da Gerencia de Tracção, á rua Direita, 7, sobrado.

—15—4

Calma! Não é com você! Este anúncio foi publicado no Diário Popular, de São Paulo, em 24/09/1901 e reproduzido do Boletim Histórico da Eletropaulo nº 1, de Abril de 1985.

Por outro lado, na página 100, encontramos uma tirinha intitulada “Casal Neuras” cujo autor é o Glauco, porém não é indicado de onde a tirinha foi tirada, dessa forma não apresenta a referência adequadamente.

## Casal Neuras



## Glauco



Uma melancia de massa  $m = 6 \text{ kg}$  é abandonada a partir do repouso de uma janela situada a uma altura  $h = 20 \text{ m}$  da cabeça de um senhor de alcunha Ricardão. Considerando a intensidade do campo gravitacional da Terra como  $g = 10 \text{ N/kg}$  e desprezando a resistência do ar sofrida pelo bólido vegetal:

- Calcule a velocidade com que ele atinge seu alvo.
- O que mudaria se fosse uma laranja, ao invés de uma melancia? E o que não mudaria?

Em relação à leituras complementares e glossários, o material possui e são adequados, entretanto em pequena quantidade.

*Apresenta sumário de modo a refletir organização interna da obra e permitir rápida localização das informações.*

O material apresenta o seguinte sumário:

# 21 a 26

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 21. coisas que produzem movimetos | 24. A gravidade armazena energia      |
| 22. Trabalho, trabalho, trabalho! | 25. A energia dos movimento Trombadas |
| 23 Máquinas Potentes              | 26. Como facilitar um trabalho        |

Este sumário apresenta algumas deficiências. A primeira e mais evidente é o fato de que o sumário não apresenta as páginas nas quais cada um dos capítulos se inicia, fazendo com que não seja fácil localizar os conteúdos. A segunda deficiência são os títulos para cada capítulo. Por exemplo, o capítulo 21, chama “coisas que produzem movimetos”, aborda a definição de energia, os diferentes tipos de energia e transformações de energia. Assim, o título não deixa claro o tema do capítulo, além de que seria possível adicionar os

principais subtítulos do capítulo e suas páginas para que os leitores encontrassem facilmente.

### **Legibilidade e Referências**

A organização interna do livro do professor é impecável em termos de detalhamento no sumário, listando inclusive as atividades e fazendo o uso de títulos e subtítulos facilmente identificáveis quanto ao assunto (tanto nas explicações quanto nas atividades). Isso é especialmente importante pois como a proposta do projeto era o incentivo a cada professor de física se inspirar neste material e a partir daí criar seu próprio arquivo de materiais, é muito importante poder localizar facilmente tudo que se refere ao mesmo assunto em questão.

Parece que o tamanho da letra não foi escolhido com sabedoria, bem como o espaçamento de uma linha para a outra. No exemplar no professor não há tanto problema quanto a isso, mas no exemplar do aluno há espaçamentos que parecem incoerentes ao ponto de fazer parecer que algo está faltando na página.

### **Quais adequações seriam necessárias ao projeto nos dias atuais?**

O material voltado para o aluno precisa de uma reformulação na parte editorial, pois tem aparência de publicações infanto-juvenis para não dizer infantis. Desta forma, uma formatação não atrativa para os estudantes atualmente, sendo melhor colocar no formato de um texto comum.

## Referências

Baseado no PNLD e PNLEM. Propostas e Projetos para o Ensino de Física – 2020 – Prof. Cristiano Mattos

Junior, Olival F. & Oliveira, Bernardo J. Uma Conversa com Gerald Holton. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física v.23 n.3 p315-328. dez.2006.**

Epistemologia de Piaget. Acessado em <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/lingua-portuguesa/epistemologia>> em 22 de Setembro de 2020.

Links de Entrevistas com Menezes, um dos criadores do GREF segue abaixo:

<https://novaescola.org.br/conteudo/923/entrevista-com-luis-carlos-de-menezes>

<https://www.facebook.com/rodaviva/videos/roda-viva-elei%C3%A7%C3%B5es-2018-educac%C3%A7%C3%A3o/244473423067249/>

[https://tvcultura.com.br/videos/66202\\_falta-planejamento-na-educacao-do-brasil.html](https://tvcultura.com.br/videos/66202_falta-planejamento-na-educacao-do-brasil.html)